

NULL SYMBOL POSITION DETECTION METHOD, NULL SYMBOL POSITION DETECT OR AND RECEIVER

Patent number: JP2000315990

Publication date: 2000-11-14

Inventor: NOMURA AOSHI

Applicant: SONY CORP

Classification:

- International: H04L1/00; H04L27/26; H04L1/00; H04L27/26; (IPC1-7): H04J11/00; H04L7/08

- european: H04L1/00B5L; H04L27/26M5C5

Application number: JP19990123465 19990430

Priority number(s): JP19990123465 19990430

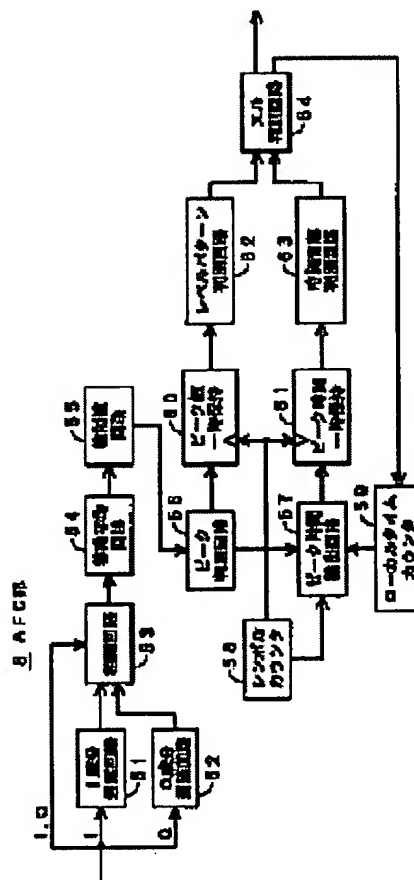
Also published as:

EP1054540 (A2)
US6731702 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP2000315990

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly and accurately detect a null symbol even under any circumstance in the case of utilizing a broadcast signal including the null symbol. **SOLUTION:** A digital audio broadcast (DAB) broadcast signal is received and selected and the broadcast signal that is received and selected is orthogonally demodulated. An I component delay circuit 51 and a Q component delay circuit 52 delay signals I, Q obtained through orthogonal demodulation by a valid symbol to generate delay signals Id, Qd, and the correlation among the delay signals Id, Qd and the signals I, Q that are not delayed is taken. A peak discrimination circuit 56 discriminates a peak level of this correlation and a level pattern discrimination circuit 62 detects a pattern of a level of the peak value. When a peak value with a lower level is included, a time interval discrimination circuit 63 calculates a length of a period of a null symbol and discriminates whether or not the length of the null symbol period is the same as the length of the null symbol period of the received and selected DAB broadcast signal to detect the position of the null symbol.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-315990

(P2000-315990A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース ⁷ (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 L 7/08		H 0 4 L 7/08	A 5 K 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-123465

(22) 出願日 平成11年4月30日 (1999. 4. 30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 野村 青史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

Fターム (参考) 5K022 DD01 DD17 DD19 DD33 DD42

5K047 AA04 CC01 CC08 DD01 HH01

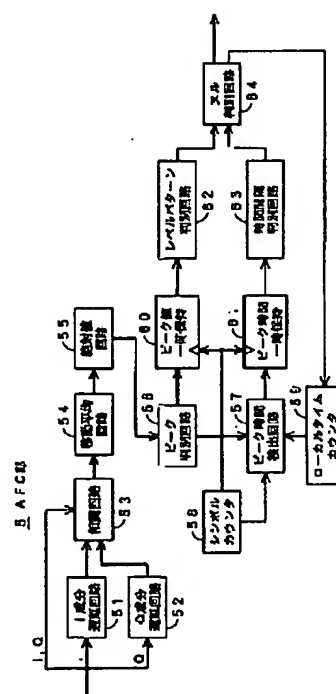
HH15 HH42 HH59 MM12 MM36

(54) 【発明の名称】 ヌルシンボル位置検出方法、ヌルシンボル位置検出装置および受信機

(57) 【要約】

【課題】 ヌルシンボルを含む放送信号を利用する場合に、どのような状況下においても迅速かつ正確にヌルシンボルを検出できるようにする。

【解決手段】 DABの放送信号を受信選局し、この受信選局した放送信号を直交復調する。直交復調することにより得た信号I、Qを、I成分遅延回路51、Q成分遅延回路52により有効シンボル分遅延させ、遅延信号I_d、Q_dを形成し、この遅延信号I_d、Q_dと、遅延させていない信号I、Qとの相関を取る。この相関のピーク値をピーク判定回路56により判定し、レベルパターン判別回路62により、ピーク値のレベルのパターンを検出する。レベルの低いピーク値が含まれる場合には、時間間隔判別回路63によりヌルシンボルの期間の長さを計算し、受信選局したDABの放送信号のヌルシンボルの期間の長さと同じか否かを判別することにより、ヌルシンボルの位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、一定レベル以上の相関値が算出される周期の変化により、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とするヌルシンボル位置検出方法。

【請求項2】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、この相関値の出現パターンにより、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とするヌルシンボル位置検出方法。

【請求項3】前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出するようにし、算出した前記移動平均のピーク値を前記相関値として用いることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のヌルシンボル位置検出方法。

【請求項4】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、この算出した相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出して、この移動平均のピーク値を求め、前記ピーク値の出現パターンと、前記ピーク値間の時間間隔とにより、前記ヌルシンボルの位置を検出することを特徴とするヌルシンボル位置検出方法。

【請求項5】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出するヌルシンボル位置検出装置であって、

前記受信信号を前記有効シンボル分遅延させる遅延回路と、
前記受信信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた受信信号との相関値を算出する相関値算出回路と、
前記相関値算出回路から前記相関値の供給を受けて、一定レベル以上の相関値を検出するようにし、一定レベル以上の相関値が検出される周期の変化により、前記ヌルシンボルの位置を検出するヌルシンボル検出回路とを備えることを特徴とするヌルシンボル位置検出装置。

【請求項6】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出するヌルシンボル位置検出装置であって、

前記受信信号を前記有効シンボル分遅延させる遅延回路と、
前記受信信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた受信信号との相関値を算出する相関値算出回路と、
前記相関値算出回路からの前記相関値の出現パターンより、前記ヌルシンボルの位置を検出するヌルシンボル検出回路とを備えることを特徴とするヌルシンボル位置検出装置。

【請求項7】前記相関値算出回路からの相関値の供給を受けて、前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出する移動平均算出回路と、
前記移動平均算出回路により算出された前記移動平均のピーク値を検出するピーク値検出回路とを備え、
前記ヌルシンボル検出回路は、前記ピーク値検出回路により検出される前記移動平均の前記ピーク値を前記相関値として用いて、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とする請求項5または請求項6に記載のヌルシンボル位置検出装置。

【請求項8】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルと

からなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出するヌルシンボル位置検出装置であって、

前記受信信号を前記有効シンボル分遅延させる遅延回路と、

前記受信信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた受信信号との相関値を算出する相関値算出回路と、前記相関値算出回路からの相関値の供給を受けて、前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出する移動平均算出回路と、

前記移動平均算出回路からの移動平均のピーク値を検出するピーク値検出回路と、

前記ピーク値検出回路により検出される前記ピーク値の出現パターンと、前記ピーク値間の時間間隔とにより、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにするヌルシンボル検出回路とを備えることを特徴とするヌルシンボル位置検出装置。

【請求項9】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる伝送信号を受信する受信機であって、

受信選局回路と、

前記受信選局回路により受信選局された前記伝送信号を復調する復調回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号を前記有効シンボルの期間分遅延させるようにする遅延回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた伝送信号との相関値を算出する相関値算出回路と、

前記相関値算出回路から前記相関値の供給を受けて、一定レベル以上の相関値を検出するようにし、一定レベル以上の相関値が検出される周期の変化により、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにするヌルシンボル検出回路と、

前記ヌルシンボル検出回路により検出された前記ヌルシンボルの位置を用いて、前記受信選局回路において前記受信信号についての調整を行うようにする調整回路とを備えることを特徴とする受信機。

【請求項10】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボル

とからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる伝送信号の受信機であって、受信選局回路と、

前記受信選局回路により受信選局された前記伝送信号を復調する復調回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号を前記有効シンボルの期間分遅延させるようにする遅延回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた伝送信号との相関値を算出する相関値算出回路と、

前記相関値算出回路からの前記相関値の出現パターンにより、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにするヌルシンボル検出回路と、

前記ヌルシンボル検出回路により検出された前記ヌルシンボルの位置を用いて、前記受信選局回路において前記受信信号についての調整を行うようにする調整回路とを備えることを特徴とする受信機。

【請求項11】前記相関値算出回路からの相関値の供給を受けて、前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出する移動平均算出回路と、

前記移動平均算出回路により算出された前記移動平均のピーク値を検出するピーク値検出回路とを備え、

前記ヌルシンボル検出回路は、前記ピーク値検出回路により検出される前記移動平均のピーク値を前記相関値として用いて、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とする請求項9または請求項11に記載の受信機。

【請求項12】単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる伝送信号の受信機であって、受信選局回路と、

前記受信選局回路により受信選局された前記伝送信号を復調する復調回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号を前記有効シンボルの期間分遅延させるようにする遅延回路と、

前記復調回路からの前記伝送信号と、前記遅延回路からの遅延するようにされた伝送信号との相関値を算出する相関値算出回路と、

前記相関値算出回路からの相関値の供給を受けて、前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間

分の移動平均を算出する移動平均算出回路と、前記移動平均算出回路からの移動平均のピーク値を検出するピーク値検出回路と、前記ピーク値検出回路により検出される前記移動平均の前記ピーク値の出現パターンと、前記移動平均の前記ピーク値の時間間隔とにより、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにするヌルシンボル検出回路と、前記ヌルシンボル検出回路により検出された前記ヌルシンボルの位置を用いて、前記受信選局回路において前記受信信号についての調整を行うようにする調整回路とを備えることを特徴とする受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば、DAB（デジタル・オーディオ・ブロードキャスト）などのヌルシンボルを含む信号についてのヌルシンボル位置検出方法、ヌルシンボル位置検出装置およびヌルシンボルを含む信号の受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】欧州では、DABとよばれる欧州規格（Eureka 147）のデジタルオーディオ放送が提供されるようになってきている。DABは、複数の放送番組のオーディオデータや各種の制御情報や付加情報を多重化して形成した放送信号（アンサンブル信号）を送信する。この場合、オーディオデータは、国際標準方式であるMPEGオーディオ方式を用いて高効率符号化（データ圧縮）され、誤り訂正の畳み込み符号化などを用いた伝送路符号化が行われたものである。

【0003】そして、符号化されたオーディオデータなどのビット列はインターリーブされるとともに、直交周波数分割多重変調（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplex変調）されて送信するようにされている。

【0004】このDABの放送信号は、図5に示すようなフレーム構造とされている。すなわち、DABの放送信号の各フレームは、ヌルシンボル、同期用シンボル、FIC（ファーストインフォメーションチャンネル）、MSC（メインサービスチャンネル）からなっている。

【0005】図5に示したように、同期用シンボルは2シンボル用意されている。このうちヌルシンボルは、フレームの先頭位置を示すものである。このヌルシンボルには、送信所識別情報（TII）が、複数本のキャリアを用いて挿入されているが、データとして伝送するようにされる送信情報が何もない状態とされている。また、ヌルシンボルに続く同期シンボルは、受信装置において、周波数オフセットや時間オフセットを求めるための同期用の情報である。

【0006】FICは、3シンボル（ブロック1～ブロック3）用意されており、放送に関する情報として様々な情報を伝送することができるようになっている。例え

ば、放送番組の多重化の配列、放送局名（アンサンブルラベル）や番組名（プログラムラベル）などのラベル、放送番組の種類を示す情報などが、このFICにより伝送するようにされている。

【0007】MSCは、図5に示すように、多重化された複数の放送番組のデータフィールド（送信シンボル）を有するようにされている。すなわち、DABの放送信号に多重化された複数のオーディオデータなどが、このMSCの各データフィールドのデータである。また、MSCの各データフィールドは、図5に示すように、ガードバンド（ガードインターバル）と有効シンボルとからなっている。

【0008】このガードバンドの期間は、有効シンボルの期間の一部分、例えば、図5において、有効シンボルの後尾部分の期間DKが示す期間と同じ情報を送信するようにされている。このガードバンドにより、例えば、自動車などの移動体においてDABの放送信号を受信する場合に、電波の反射の激しい都市部や丘陵地帯においての受信品質を、他の変調方式に比べ大幅に改善することができる。すなわち、最初の反射波と最後の反射波の時間差が、ガードバンドを越えない限り、符号間干渉は生じないし、波形等化する必要もないからである。

【0009】そして、DABの受信機においては、前述したFICに含まれる放送番組を識別する情報や多重化に関する情報とを用いることによって、複数の放送番組が多重化されているDABの放送信号から、使用者からの指示に応じた放送番組を抽出して、再生し、高品質のオーディオ放送を聴取することができるようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述したDABの放送信号を受信選局し、目的とする放送番組を聴取するようにするためには、DABの放送信号のフレームの先頭を特定し、同期シンボル以下の情報を正確に抽出することができなければならない。そこで、ヌルシンボルの検出が、受信機において行われる。

【0011】通常、ヌルシンボルの位置の検出は、アナログ信号処理により行われる。すなわち、DABの放送信号を受信し、これをエンベロープ検波すると、ヌルシンボルの部分では、エンベロープ波形のレベルは低くなる。そこで、エンベロープ波形と基準電圧とを比較することで、ヌル検出信号を発生させることができる。図6Aは、受信されたDABの放送信号の波形を示したものであり、レベルが低くなっている部分がヌルシンボルの部分である。

【0012】この図6Aに示したDABの放送信号（受信信号）のレベルと、基準電圧のレベルとを比較することにより、図6Bに示すように、ヌルシンボルの期間ではローレベルとなり、それ以外の期間ではハイレベルとなるヌル検出信号を形成することができる。

【0013】しかしながら、基準電圧の設定が適切でなかったり、あるいは、フェージングなどが生じる移動体でのDABの放送信号の場合には、受信信号が乱れて、常時安定にDABの放送信号を受信することができなかつたりするために、正規のヌルシンボルの位置以外にもヌル検出信号が発生してしまうことがある。

【0014】例えば、自動車などの移動体が高速移動している場合、この移動中の移動体においてDABの放送信号を受信するようにすると、図7Aに示すように、受信信号のエンベロープが、太くなったり細くなったりする。つまり、ヌルシンボルの期間でないのに、受信信号のエンベロープが細くなってしまふことがある。

【0015】この場合には、図7Bに示すように、ヌル検出信号は、本来のヌルシンボルの位置以外でも、ヌルシンボルが検出されたことを示すローレベルの信号になってしまう、ヌルシンボルの誤検出が発生し、迅速かつ正確なヌルシンボルの検出ができないということが発生する。

【0016】以上のことにかんがみ、この発明は、ヌルシンボルを含む放送信号を利用する場合に、どのような状況下においても迅速かつ正確にヌルシンボルを検出することができるようにするヌルシンボル位置検出方法、この方法を用いたヌルシンボル位置検出装置および受信機を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法は、単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後に続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さと、前記送信シンボルの期間の長さとが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、一定レベル以上の相関値が算出される周期の変化により、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とする。

【0018】この請求項1に記載のヌルシンボル位置検出方法によれば、ヌルシンボルと1つ以上の送信シンボルとが時分割的に多重化されて伝送される信号を受信し、その受信信号と、1有効シンボル分遅延させた受信信号との相関値が算出される。ヌルシンボルの期間の長さと、送信シンボルの期間の長さととは異なるようにされているので、単位伝送区間（フレーム）内においても、一定レベル以上の相関値が算出される周期は変化する。この一定レベル以上の相関値が算出される周期の変化により、ヌルシンボルの位置が検出するようにされる。

【0019】このように、一定レベル以上の相関値が算出される周期の変化に基づいて、ヌルシンボルの位置を検出するので、例えば、フェージングなどの影響を受けて、受信信号の受信レベルが変化することにより、ヌルシンボルの位置が正確に検出できなくなるなどのことがなく、いつでも、迅速かつ正確にヌルシンボルの位置を検出することができるようにされる。

【0020】また、請求項2に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法は、単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後に続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さと、前記送信シンボルの期間の長さとが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、この相関値の出現パターンにより、前記ヌルシンボルの位置を検出するようにすることを特徴とする。

【0021】この請求項2に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法によれば、受信信号と、1有効シンボル分遅延させた受信信号との相関値が算出される。そして、ヌルシンボルの期間の長さと、送信シンボルの期間の長さととは異なるようにされているので、相関値の出現パターンは、時間的にも、あるいは、相関値のレベルについても単位伝送区間内において変化する。この相関値の出現パターンの変化により、ヌルシンボルの位置が検出するようにされる。

【0022】このように、相関値の出現パターンに基づいて、ヌルシンボルの位置を検出するので、例えば、フェージングなどの影響を受けて、受信信号の受信レベルが変化することにより、ヌルシンボルの位置が正確に検出できなくなるなどのことがなく、いつでも、迅速かつ正確にヌルシンボルの位置を検出することができるようにされる。

【0023】また、請求項3に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法は、請求項1または請求項2に記載のヌルシンボル位置検出方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との前記相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出するようにし、算出した前記移動平均のピーク値を前記相関値として用いることを特徴とする。

【0024】この請求項3に記載のヌルシンボル位置検出装置によれば、ガードバンドの期間の情報と、そのガードバンドに続く有効シンボルの終わりの部分（後尾部分）であって、ガードバンドの期間と同じ長さの部分（期間）の情報とは、同じ情報となるようにされている。

【0025】このため、受信信号と、有効シンボルの期間分遅延させた受信信号との相関値について、ガードバンドの期間と等しい期間分について移動平均を求めるようにすることにより、各送信シンボルの最後尾（送信シンボルと送信シンボルの境目）において、相関値の移動平均の値がピーク値となる。

【0026】そして、送信シンボルが連続する期間においては、移動平均のピーク値から次のピーク値までの期間は、正確に送信シンボルの期間に一致するが、ヌルシンボルの期間においては、ピーク値のレベルは低くなる。したがって、ピーク値の変化の周期やピーク値の出現パターンは、規則的に変化し、その検出も比較的容易である。

【0027】このように、相関値の移動平均のピーク値を相関値として用い、このピーク値の周期の変化、あるいは、ピーク値の出現パターンにより、受信信号のヌルシンボルの位置が、迅速かつより正確に検出するようにされる。

【0028】また、請求項4に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法は、単位伝送区間が、その単位伝送区間の先頭のヌルシンボルと、その後続く複数の送信シンボルとからなり、前記送信シンボルは、ガードバンドと有効シンボルとを有するとともに、前記ガードバンドの期間の情報と、前記有効シンボルの終わりの部分の情報とが同じになるようにされ、かつ、前記ヌルシンボルの期間の長さ、前記送信シンボルの期間の長さが異なるようにされて伝送されてくる信号を受信し、その受信信号から前記ヌルシンボルの位置を検出する方法であって、前記受信信号と、前記有効シンボル分遅延させた前記受信信号との相関値を算出し、この算出した相関値について、前記ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均を算出して、この移動平均のピーク値を求め、前記ピーク値の出現パターンと、前記ピーク値の時間間隔とにより、前記ヌルシンボルの位置を検出することを特徴とする。

【0029】この請求項4に記載の発明のヌルシンボル位置検出方法によれば、ガードバンドの期間の情報と、そのガードバンドに続く有効シンボルの終わりの部分（後尾部分）であって、ガードバンドの期間と同じ長さの部分（期間）の情報とは、同じ情報となるようにされている。

【0030】このため、受信信号と、有効シンボルの期間分遅延させた受信信号との相関値について、ガードバンドの期間と等しい期間分について移動平均を求めるようにすることにより、各送信シンボルの最後尾（送信シンボルと送信シンボルの境目）において、相関値の移動平均の値がピーク値となる。

【0031】そして、送信シンボルが連続する期間においては、移動平均のピーク値から次のピーク値までの期間は、正確に送信シンボルの期間に一致するが、ヌルシン

ボルの期間においては、ピーク値のレベルは低くなる。このため、まず、移動平均のピーク値の出現パターンに基づいて、ヌルシンボルを受信したことが検出される。ヌルシンボルの受信が検出された後、ピーク値間の時間間隔を求め、この時間間隔が、ヌルシンボルの期間を含んでいるか否かを検出して、受信信号のヌルシンボルの位置が正確に検出するようにされる。

【0032】これにより、受信信号の相関値の移動平均のピーク値を用いるようにしているので、受信信号の受信レベルに左右されることなく、ヌルシンボルの位置の検出が可能とされたとともに、ピーク値の時間間隔をも用いることにより、誤検出を発生させることなく、正確にヌルシンボルの位置が検出される。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図を参照しながら、この発明によるヌルシンボル位置検出方法、ヌルシンボル位置検出装置、これらの方法、装置を用いた受信機の一実施の形態について説明する。以下に説明する実施の形態においては、前述もしたように、欧州規格（Eureka 147）のデジタルオーディオ放送（以下、DABと略称する。）を受信選局する場合を例にして説明する。

【0034】なお、DABには、幾つかのモードがあるが、以下に説明する実施の形態においては、例えば、単一周波数ネットワーク（Single Frequency Network）に用いられ、単位伝送区間（フレーム）の長さ T_f は、96m秒、シンボルの長さ T_s は、1m秒、ガードバンドの長さ T_g は、248μ秒とされたモード1のDABの放送信号を受信選局する場合を例にして説明する。

【0035】図1は、この実施の形態のDABの受信機を説明するためのブロック図である。図1に示すように、この実施の形態の受信機は、アンテナ1と、フロントエンド部（受信選局部）2と、A/D変換部3と、直交復調部4と、自動周波数制御部（以下、AFC部と略称する。）5と、高速フーリエ変換部（以下、FFT部と略称する。）6と、ビットデコード部7と、MPEGデコード部8と、D/A変換部9と、出力端子10と、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）の構成とされたコントロール部11と、D/A変換部12と、電圧制御水晶発振器（以下、VCXOと略称する。）13とを備えている。

【0036】そして、アンテナ1により受信されたDABの放送信号は、フロントエンド部2に供給される。フロントエンド部2は、選局部、中間周波変換部などを備えており、コントロール部11により制御するようにされるVCXO13からの発信周波数に基づいて、DABの放送信号を受信選局し、選局した放送信号を中間周波信号に変換して、A/D変換部3に供給する。

【0037】A/D変換部3は、アナログの中間周波信号をデジタル信号に変換し、これを直交復調部4に供給

する。直交復調部4は、デジタル信号とされた中間周波信号から、ベースバンド信号のI成分およびQ成分の信号を復調し、これらをAFC部5、FFT部6に供給する。

【0038】AFC部5は、この発明によるヌルシンボル位置検出方法、ヌルシンボル位置検出装置が適用されたものであり、詳しくは後述するように、受信選局したDABの放送信号のヌルシンボルの位置を迅速かつ正確に検出し、この検出処理により得られたデータをコントロール部11に供給する。

【0039】一方、FFT部6は、直交復調部4からのI成分およびQ成分の信号をOFDM復調する。ここで復調された信号のうち、同期シンボル(TFPRシンボル)は、コントロール部11に供給される。また、OFDM復調されたFIC、MSCの情報、ピタビデコード部7に供給される。

【0040】そして、コントロール部11は、AFC部5からのヌルシンボルの検出処理により得られたデータと、FFT部6からの同期シンボル部分の周波数解析結果とに基づいて、受信選局したDABの放送信号の周波数オフセットを求める。求めた周波数オフセットは、D/A変換部12においてアナログ信号に変換された後、VCXO13に供給される。

【0041】これにより、VCXO13の発信周波数が調整され、フロントエンド部2により受信選局され、A/D変換部3に供給されるDABの放送信号の周波数オフセットを修正することができるようになっている。この周波数オフセットの修正処理は、初期動作として行われるものであり、この実施の形態の受信機においては、DABの放送信号を受信するようにした場合、あるいは、選局しているDABの放送信号を変更した場合などに行うようにされる。

【0042】そして、周波数オフセットが修正されたDABの放送信号は、直交復調部4、FFT部5を通じてピタビデコード部7に供給される。ピタビデコード部4は、ピタビデコード処理を行って、元のDABの信号を復元する。復元したDABの信号のうち、FIC部分のデータは、コントロール部11に供給される。

【0043】そして、この実施の形態の受信機の使用者からの選択指示に応じた選択制御信号が、コントロール部11からピタビデコード部7に供給するようにされ、DABの放送信号に多重化されている複数の放送番組のうち、選択制御信号によって指示された放送番組のオーディオデータが抽出され、これがMPEGデコード部8に供給される。

【0044】MPEGデコード部8は、MPEG圧縮されているオーディオデータを伸長し、これをD/A変換

部9に供給する。D/A変換部9は、これに供給されたデジタルオーディオ信号をアナログ信号に変換し、これを出力端子10を通じて出力するようにする。出力端子10を通じて出力されるオーディオ信号は、例えばスピーカに供給され、目的とする放送番組を聴取することができるようになる。

【0045】そして、この実施の形態の受信機において、受信選局したDABの放送信号のヌルシンボルの位置の検出は、受信信号のエンベロープ波形を用いて行うのではない。この実施の形態の受信機においては、AFC部5において、受信選局したDABの放送信号と、この放送信号を1有効シンボル分遅延させた信号との相関値を算出し、算出した相関値を利用して、受信選局したDABの放送信号のヌルシンボルの位置を検出するようにしている。

【0046】図2は、この実施の形態の受信機のAFC部5を説明するためのブロック図である。図2に示すように、この実施の形態の受信機のAFC部5は、I成分遅延回路51、Q成分遅延回路52、相関回路53、移動平均回路54、絶対値回路55、ピーク判別回路56、ピーク時間検出回路57、シンボルカウンタ58、ローカルタイムカウンタ59、ピーク値一時保持回路60、ピーク時間一時保持回路61、レベルパターン判別回路62、時間間隔判別回路63、ヌル判別回路64とを備えている。

【0047】そして、前述したように、直交復調部4からのベースバンド信号のI成分、Q成分の信号が、AFC部5に供給される。このベースバンド信号のI成分の信号I、Q成分の信号Qは、相関回路53に供給されるとともに、I成分の信号Iが、I成分遅延回路51に供給され、Q成分の信号QがQ成分遅延回路52に供給される。

【0048】そして、I成分遅延回路51は、これに供給されたI成分の信号Iを1有効シンボル分遅延させ、これをI成分の信号の遅延信号I_dとして相関回路53に供給する。同様に、Q成分遅延回路52は、これに供給されたQ成分の信号を1有効シンボル分遅延させ、これをQ成分の信号の遅延信号Q_dとして相関回路53に供給する。

【0049】相関回路53は、I成分の信号Iと、Q成分の信号Qと、これらを1有効シンボル分遅延させたI成分の信号の遅延信号I_d、Q成分の信号の遅延信号Q_dとの相関をとる。つまり、相関回路53は、I成分の信号についての相関値I_rと、Q成分の信号についての相関値Q_rとを、次の(1)式、(2)式により求める。

【0050】

$$I \text{ 成分の信号についての相関値 } I_r = I \cdot I_d + Q \cdot Q_d \quad \cdots (1)$$

$$Q \text{ 成分の信号についての相関値 } Q_r = Q \cdot I_d - I \cdot Q_d \quad \cdots (2)$$

相関回路53により算出された相関値(複素ベクトル)

I_r、Q_rは、移動平均回路54に供給される。移動平

均回路54は、相関値 I_r 、 Q_r について、ガードバンドの期間に等しい期間分の移動平均 I_a 、 Q_a を算出し、これらを絶対値回路55に供給する。

【0051】このように、相関値 I_r 、 Q_r について移動平均を求めるのは、DABの放送信号の各送信シンボルの境目でピーク値を発生させるようにするためである。図3は、相関値 I_r 、 Q_r の移動平均のピーク値が、各送信シンボルの境目に発生させるようにすることを説明するための図である。

【0052】図5を用いて前述したように、DABの放送信号の各送信シンボルにおいては、ガードバンドの期間の情報と、有効シンボルの後尾部分のガードバンドの期間と同じ長さの期間DKの情報とは同じものとなるようにされている。このため、図3Aに示すように、DABの放送信号と、これを1有効シンボル分遅延させた信号との相関を求めるようにすることにより、有効シンボルの後尾部分の期間DKの情報と、ガードバンドの期間の情報との相関値を求めることができるようにする。

【0053】そして、ガードバンドの期間と同じ長さの期間分について、DABの放送信号と、これを1有効シンボル分遅延させた信号との相関値の移動平均を求めるようにすると、前述したように、ガードバンドの期間の情報と、有効シンボルの期間DKの情報とは、同じ情報となるようにされているので、各送信シンボルの最後尾（各送信シンボルの境目）の位置P1、P2、P3、…において、相関値の移動平均の値が最大となる。

【0054】つまり、各送信シンボルの境目においては、相関値のガードバンド分の移動平均の値はピーク値となるので、送信シンボルが連続する期間においては、送信シンボルの期間の長さである1m秒ごとに、相関値の移動平均のピーク値が発生することになる。

【0055】また、DABの放送信号と、これを1有効シンボル分遅延させた信号との相関を求めるようにした場合であって、ヌルシンボル付近においては、図3Bに示すように、ヌルシンボルと有効シンボルとの相関値、ヌルシンボルとヌルシンボルの相関値、ブロック1とヌルシンボルの相関値を求めるようにしても、ヌルシンボルの期間には、前述したように、データとして伝送するようにされる送信情報は存在しないので、相関値を求めてもその相関のレベルは低い。

【0056】したがって、送信シンボルが連続する期間においては、1送信シンボル毎（1m秒）毎に相関値の移動平均のピーク値が発生するのにに対し、ヌルシンボル部分においては、移動平均にピーク値にレベルは非常に低くなる。このため、図3Bに示すように、ヌルシンボルの直前の相関値の移動平均の高レベルのピーク値の発生位置Peから、次の高レベルのピーク値の発生位置Psまでの間の期間は、ヌルシンボルの期間と、ブロック1の期間とを合わせた期間となり、相関値の移動平均の高レベルのピーク値の発生周期が、送信シンボルが連続

する期間とは異なることになる。

【0057】また、DABの放送信号の場合には、ヌルシンボル以外の各シンボルの期間の長さは同じであるが、ヌルシンボルの期間の長さは、ヌルシンボル以外のシンボルよりも数十m秒程度長くなるようにされている。

【0058】そして、この実施の形態においては、以下に説明するように、移動平均（複素ベクトル）の絶対値から移動平均のピーク値を求め、そのピーク値の発生周期を検出するようにすることにより、ヌルシンボルの位置を検出するようにしている。つまり、ベクトルの位相差情報を利用することにより、ヌルシンボルの位置を検出するようにしている。

【0059】つまり、絶対値回路55は、相関値 I_a 、 Q_a の移動平均のピーク値を検出するようにするため、絶対値 $S = I_a^2 + Q_a^2$ なる演算を行って、移動平均 I_a の2乗と移動平均 Q_a の2乗との和を求めることにより、移動平均（複素ベクトル）の絶対値 S を算出し、これをピーク判別回路56に供給する。

【0060】ピーク判別回路56は、前回供給された絶対値 S と、新たに供給された絶対値 S とを比較し、より値の大きい方をピーク判別回路56に残すようにする。なお、このとき、例えば、前回供給された絶対値 S と、新たに供給された絶対値 S とを比較する前に、絶対値回路55からの絶対値 S と、予め設定される閾値（スレッショールド）とを比較し、閾値より小さい絶対値 S は、ピーク値とみなさないようにしてもよい。

【0061】また、ピーク値判別回路56は、絶対値 S が供給されたときには、絶対値 S が供給されたことをピーク時間検出回路57に通知する。このタイミングで、ピーク時間検出回路57は、ローカルタイムカウンタ59から絶対値 S の発生時点を示す時間情報（カウント値）を検出し、これを保持する。

【0062】そして、ピーク値一時保持回路60は、シンボルカウンタ58からのタイミング信号に応じて、ピーク判別回路56に保持されている絶対値 S （ピーク値）をラッチする。同様に、ピーク時間一時保持回路61は、シンボルカウンタ58からのタイミング信号に応じて、ピーク時間検出回路57に保持されている時間情報（ピーク時間）をラッチする。

【0063】ここで、シンボルカウンタ58は、DABの放送信号の1シンボル毎に1クロックのタイミング信号を発生させるものである。また、ローカルタイムカウンタは、例えば、1.5μ秒程度のクロックでカウント処理を行い、DABの放送信号の1フレームで1周するようにされたものである。

【0064】したがって、この実施の形態の受信機は、前述したように、モード1のDABの放送信号を受信するものであるので、シンボルカウンタ58は、1m秒のクロック信号を発生させるものであり、ローカルタイム

カウンタ59は、例えば、1.5 μ 秒のクロック信号でカウント処理を行い、96m秒で1周するようにされるものである。

【0065】これにより、ピーク値一時保持回路60により、各伝送シンボルの境目で最大となる相関値の移動平均のピーク値がラッチされ、ピーク時間一時保持回路61により、ピーク値一時保持回路60によりラッチされたピーク値の発生時間を示すピーク時間がラッチされる。

【0066】そして、ピーク値一時保持回路60は、ピーク判別回路56から得たピーク値をレベルパターン判別回路62に供給する。また、ピーク時間一時保持回路61は、ピーク時間検出回路57から得たピーク時間を時間間隔判別回路63に供給する。

【0067】なお、ピーク値一時保持回路60、ピーク時間一時保持回路61は、シンボルカウンタ58からのタイミング信号に応じて、ピーク値、ピーク時間をラッチし、ラッチした情報をレベルパターン判別回路62、時間間隔判別回路63に供給した後、シンボルカウンタ58からのタイミングでピーク値、ピーク時間がクリアするようにされる。

【0068】レベルパターン判別回路62は、 n (n は、2以上の整数)個のピーク値を保持することができるようにされたものであり、時間間隔判別回路63は、レベルパターン判別回路62に保持された n 個のピーク値に対応する n 個のピーク時間を保持することができるものである。この実施の形態において、レベルパターン判別回路62は、3つのピーク値を保持することができるものであり、時間間隔判別回路63は、3つのピーク時間を保持することができるものである。

【0069】そして、レベルパターン判別回路62は、保持している3つのピーク値のレベルの高低のパターンに基づいて、ヌルシンボルが受信されたか否かを判別する。つまり、図3を用いて前述したように、送信シンボルが連続する期間においては、相関値の移動平均のピーク値は高レベルであり、かつ、送信シンボルの期間毎に繰り返し発生する。しかし、送信シンボルの期間より長いヌルシンボルの期間の場合には、相関値の移動平均のピーク値は低レベルである。この場合には、隣り合う高レベルのピーク値間の間隔も広がる。

【0070】このため、レベルパターン判別回路62に取り込まれる3つのピーク値のうち、1つでも低レベルのピーク値が存在すれば、ヌルシンボルの期間を含んでいると判別することができる。そして、低レベルのピーク値があるために、ヌルシンボル有りと判別された場合には、時間間隔判別回路63において、各ピーク値間の時間間隔を求める。

【0071】そして、時間間隔判別回路63は、ヌルシンボルを含むと考えられるピーク値間の長さが、DABの放送信号のモード1の場合のヌルシンボルを含む場合

の長さに当てはまるか否かを判別する。これにより、ヌルシンボルを含むと検出された期間が真にヌルシンボルを含むか否かを判別することができる。

【0072】また、レベルパターン判別回路62および時間間隔判別回路63からの判別結果など情報は、ヌル判別回路64に供給するようにされている。そして、前述したように、時間間隔判別回路63により、ヌルシンボルが検出された場合には、ヌル判別回路64は、レベルパターン判別回路62から1シンボル毎に供給されるピーク値や、このピーク値の供給タイミング、あるいは、時間間隔判別回路63からの情報であるピーク時間などに基づいて、当該フレームの最終端のローカルタイムを求め、当該フレームの最終端のタイミングで、求めたローカルタイムをローカルタイムカウンタ59に供給する。

【0073】ローカルタイムカウンタ59は、ヌル判別回路64からのローカルタイムの供給を受けたときには、カウント値をリセットし、受信選局したDABの放送信号の各フレームのヌルシンボルの先頭から”0”スタートすることができるようにされる。また、ヌル判別回路64は、ヌルシンボルの先頭のタイミングで、この実施の形態のコントロール部11に、ヌルシンボルの検出信号を供給することができるようにされている。

【0074】このように、この実施の形態のAFC部5は、ヌルシンボル位置検出装置としての機能を有するものであり、このうち、レベルパターン判別回路62、時間間隔判別回路63、ヌルシンボル判別回路64によりヌルシンボル検出回路が構成されている。そして、この実施の形態においては、デジタル処理により、受信選局した放送信号のヌルシンボルの位置、すなわち、フレームの先頭を検出することができるようにされている。

【0075】次に、図4のフローチャートを参照しながら、レベルパターン判別回路62、時間間隔判別回路63、ヌルシンボル判別回路64により行われるヌルシンボルの検出処理について説明する。この図4に示すヌルシンボルの検出処理は、前述もしたように、この実施の形態の受信機によりDABの放送信号を受信選局するようにした直後や、あるいは、DABの放送信号の選局を換えた直後に実行するようにされる。

【0076】そして、レベルパターン判別回路62は、新たなピーク値が、ピーク値一時保持回路60から供給されたか否かを判断し(ステップS201)、供給されていないと判断したときにはステップS201からの処理を繰り返す。ステップS201の判断処理において、新たなピーク値が供給されたと判断したときには、レベルパターン判別回路62は、新しいピーク値をも含めて、レベルパターン判別回路62が保持する過去 n 個(例えば、3個)のピーク値のレベルを比較し(ステップS202)、1つだけレベルが低いピーク値があるか否かを判断する(ステップS203)。

【0077】ステップS203の判断処理において、レベルパターン判別回路62により、レベルの低いピーク値はないと判断された場合には、レベルパターン判別回路62は、保持しているn個のピーク値のうち、一番古いピーク値を消去し（ステップ207）、ステップS201からの処理を繰り返すようにする。

【0078】また、ステップS203の判断処理において、レベルパターン判別回路62により、1つだけレベルの低いピーク値が有ると判断された場合、すなわち、ヌルシンボルを含む期間である可能性が高いと判断された場合には、時間間隔判別回路63は、各ピーク値に対応する各ピーク時間に基づいて、ヌルシンボルが含まれる期間であるピーク値とピーク値の間の期間の時間間隔を計算する（ステップS204）。

【0079】そして、時間間隔判別回路63は、算出したピーク値間の時間間隔の長さが、該当するモードのヌルシンボルを含む場合の期間の長さには当てはまるか否かを判断する（ステップS205）。つまり、ヌルシンボルを含む期間であれば、図3Bを用いて前述したように、ピーク値間の間隔は、ヌルシンボルの期間の長さ、送信シンボル（図3Bにおいてはブロック1）の期間の長さ、とをたし合わせた長さとなる。これに対し、送信シンボルが連続する期間であるが、何らかの理由により単に相関値の移動平均のピーク値が1つ欠落しただけであれば、ピーク値間の期間の長さは、単に送信シンボルの期間の2倍に長さになるだけである。

【0080】なお、図3Bを用いて前述したように、ピーク値 P_e 、 P_s 間の期間の長さから、送信シンボル1つ分の期間の長さを減算すれば、ヌルシンボルの期間の長さを算出することができる、この算出したヌルシンボルの期間の長さ、と、目的とするモードのヌルシンボルの期間の長さ、とを比較し、一致するか否かを判断するようにすることもできる。

【0081】そして、ステップS205の判断処理において、算出したピーク値間の時間間隔の長さが、該当するモードのヌルシンボルを含む場合の期間の長さには当てはまらないと判断された場合には、レベルパターン判別回路62は、保持しているn個のピーク値のうち、一番古いピーク値を消去し（ステップ207）、ステップS201からの処理を繰り返すようにする。

【0082】また、ステップS205の判断処理において、算出したピーク値間の時間間隔の長さが、該当するモードのヌルシンボルを含む場合の期間の長さには当てはまると時間間隔判別回路63により判断された場合には、ヌル判別回路64は、レベルパターン判別回路62からの情報や、時間間隔判別回路63からのピーク時間などの情報に基づいて、DABの放送信号のフレームの最終端のローカルタイムを求め、これを当該フレームの最終端のタイミングで、ローカルタイムカウンタ59にセットする（ステップS206）。

【0083】これにより、ローカルタイムカウンタ59は、ヌル判別回路64からのローカルタイムが供給されることにより、リセットするようにされ、これ以降、ローカルタイムカウンタ59は、受信信号のヌルシンボルの先頭で常に“0”でスタートするようにされる。

【0084】また、前述もしたように、ヌル判別回路64は、各フレームの先頭でヌルシンボルの検出信号をコントロール部11に供給することができるようになっている。このため、コントロール部11は、正確に受信信号の周波数オフセットを求め、この周波数オフセットをVCXO13を制御することにより迅速かつ正確に修正することができる。

【0085】このように、この実施の形態においては、受信信号の相関に注目して受信信号のヌルシンボルの位置をデジタル処理により検出するようにしているので、受信真の受信レベルの高低には影響されず、フェージングなどによりDABの放送信号の受信レベルが変動したとしても、常時、迅速かつ正確にヌルシンボルの位置を検出することができる。

【0086】また、前述したように、ヌルシンボルである可能性が高い期間の長さ、と、目的とするモードの放送信号のヌルシンボルを含んだ場合の期間の長さとの一致を見ることにより、例えば、送信シンボルの期間においての高レベルのピーク値が、たまたま欠落してしまったような場合でも、この期間をヌルシンボルの期間として誤って判別することがないようにすることができる。

【0087】つまり、計算により求められるヌルシンボルの期間の長さが、目的とするモードのDABの放送信号にヌルシンボルの期間の長さには当てはまるか否かが判断するようにしているので、ヌルシンボルの誤検出を確実に防止することができるようにしている。

【0088】なお、前述の実施の形態においては、受信選局したDABの放送信号と、この放送信号を有効シンボル分遅延させた信号との相関値を求め、この相関値のガードバンドの期間の長さと同じ期間分の移動平均を求めることにより、受信シンボルの境目において移動平均のピーク値を発生させるようにした。しかし、移動平均を用いないようにすることもできる。

【0089】つまり、図3Aを用いて前述したように、有効シンボルの後尾部分の期間DKの情報と、ガードバンドの期間の情報との相関値を求めただけでも、その期間の相関値は高くなる。そして、相関値が高くなる周期は、図3Bを用いて前述したように、受信シンボルが連続する期間とヌルシンボルを含む期間とでは異なる。したがって、送信シンボルの期間と、ヌルシンボルの期間とでは、相関値の高くなる周期が違うことを検出するようにすればヌルシンボルを検出することができる。

【0090】そして、例えば、レベルの高い相関値がガードバンド期間と同じ長さの期間分続いた後には、次の送信シンボルの先頭が位置するので、このような情報を

用いることによって、そのフレームの最終端のローカルタイムを特定し、そのフレームの最終端のタイミングで、当該最終端のローカルタイムをローカルタイムカウンタ59にセットし、ローカルタイムカウンタをリセットするようにすることもできる。

【0091】また、前述の実施の形態においては、ピーク値の出現パターンに基づいて、ヌルシンボルを受信したか否かを判別し、ヌルシンボルを受信したと判別した場合には、ピーク値の時間間隔を算出して、真にヌルシンボルを受信したか否かを検出するようにした。しかし、これに限るものではない。

【0092】例えば、ピーク値の出現パターンに基づいて、ヌルシンボルを受信したか否かを判別し、ヌルシンボルを受信したと判別したときに、ヌルシンボルの位置を特定するようにしてもよい。また、時間方向に隣り合うピーク値の時間間隔のみを監視するようにし、この時間間隔のみによってヌルシンボルを検出するようにし、ヌルシンボルの位置を検出するようにすることもできる。

【0093】つまり、ピーク値の発生周期の変化、あるいは、ピーク値の出現パターンのいずれか一方の情報に基づいて、ヌルシンボルの位置を検出するようにすることもできる。しかし、ピーク値の発生周期の変化として、ピーク値間の時間間隔をも考慮することにより、前述もしたように、ヌルシンボルの誤検出を確実に防止することができる。

【0094】また、相関値に移動平均のピーク値を用いる場合と同様に、単に相関値を用いる場合にも、ピーク値の発生周期の変化、あるいは、ピーク値の出現パターンのいずれか一方の情報に基づいて、ヌルシンボルの位置を検出するようにすることもできる。

【0095】また、前述の実施の形態の受信機は、モード1のDABの放送信号を受信する場合として説明したが、受信選局可能なDABの放送信号は、モード1に限るものではなく、モード2、モード3などの各種のモードに対応することができる。

【0096】また、DABのうち、モード1の放送信号だけを受信して処理するようにすることもできる。また、モード1、モード2、モード3などのすべてのモードの放送信号を受信選局できるようにしておき、受信選局した放送信号に応じて、あるいは、受信機の使用者が手動で、受信選局するDABの放送信号のモードを切り換えるようにし、受信選局するDABの放送信号のモードに応じて、ヌルシンボルの位置を検出するようにすることができる。

【0097】また、図2に示したこの発明によるヌルシンボル位置検出装置を形成し、これを各種の受信機に搭載するようにすることももちろんできる。

【0098】また、この発明は、DABの放送信号に対してのみ適用されるものではない。例えば、OFDM変

調が用いられ、ガードバンドの期間を有するようにされる各種のデジタル音声放送や、各種の地上デジタルテレビ放送を利用する場合に、この発明を適用することができる。例えば、ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) などにこの発明を適用することができる。

【0099】また、放送信号に限ることなく、ヌルシンボルと送信シンボルとが時分割的に多重化され、送信シンボルが、ガードバンドと有効シンボルとからなり、ガードバンドの情報が、有効シンボルの一部分の情報と同じようにされて送信するようにされる各種の送信信号を利用する場合にこの発明を用いることができる。

【0100】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、受信信号の相関を用いて、ヌルシンボル位置を検出するようにしているので、フェージング環境化など、受信信号の受信レベルが変化しても、迅速かつ正確にヌルシンボルの位置を検出することができる。したがって、受信信号の周波数オフセットを迅速かつ正確に求め、これを迅速に修正し、迅速に良好な状態で放送信号を利用可能にすることができる。

【0101】また、デジタル処理によりヌルシンボルの位置を検出するので、アナログ受信信号の場合と異なり、ヌルシンボルの検出に遅れを生じさせることなく、受信信号からヌルシンボルを迅速にしかも正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による受信機の一実施の形態を説明するためのブロック図である。

【図2】図1に示した受信機のAFC部を説明するためのブロック図である。

【図3】図2に示したAFC部において行われる相関値の移動平均を求めることについて説明するための図である。

【図4】ヌルシンボルの検出処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】DABの放送信号のフレーム構造を説明するための図である。

【図6】DABの放送信号からヌルシンボル位置を検出する場合のアナログ的な処理を説明するための図である。

【図7】DABの放送信号からヌルシンボル位置を検出する場合のアナログ的な処理の問題点を説明するための図である。

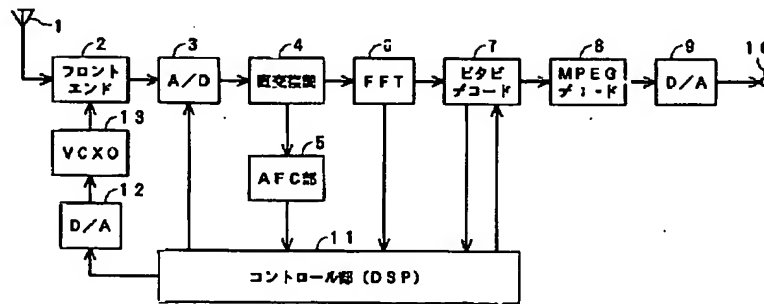
【符号の説明】

1…アンテナ、2…フロントエンド部、3…A/D変換部、4…直交復調部、5…AFC部（自動周波数制御部）、6…FFT部（高速フーリエ変換部）、7…ビットデコード部、8…MPEGデコード部、9…D/A変換部、10…出力端子、11…コントロール部（DS

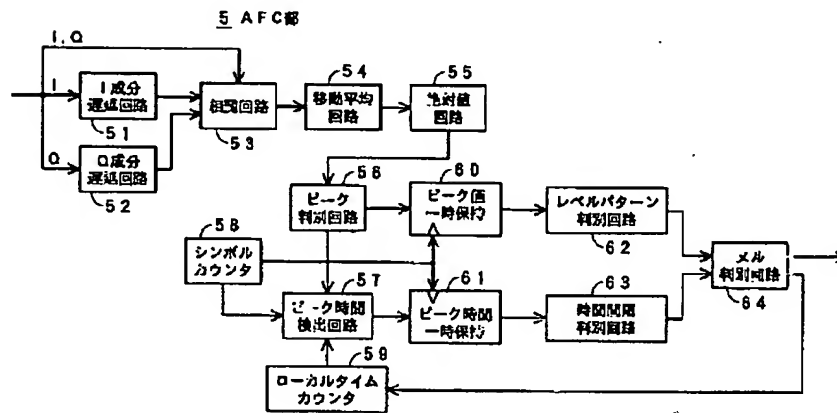
P)、12…D/A変換部、13…VCXO(電圧制御水晶発振器)、51…I成分遅延回路、52…Q成分遅延回路、53…相関回路、54…移動平均回路、55…絶対値回路、56…ピーク判別回路、57…ピーク時間

検出回路、58…シンボルカウンタ、59…ローカルタイムカウンタ、60…ピーク値一時保持回路、61…ピーク時間一時保持回路、62…レベルパターン判別回路、63…時間間隔判別回路、64…ヌル判別回路64

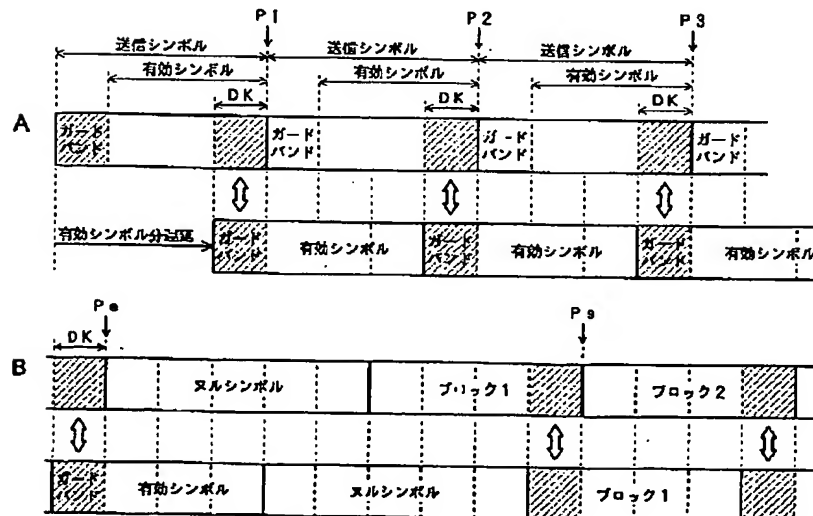
【図1】



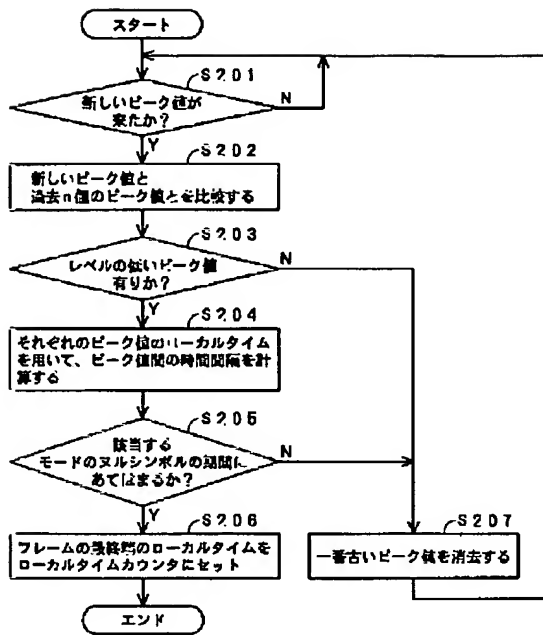
【図2】



【図3】



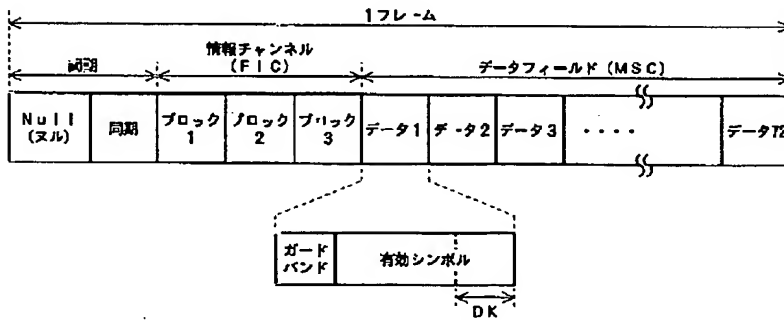
【図4】



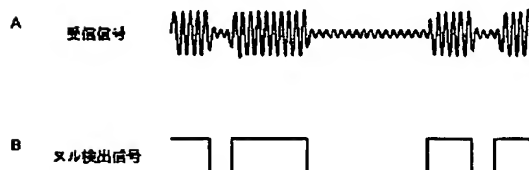
【図6】



【図5】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.